



Détecteurs de rayonnements nucléaires à semiconducteurs à amplification interne

F. Roubert, P. Siffert, A. Coche

► To cite this version:

F. Roubert, P. Siffert, A. Coche. Détecteurs de rayonnements nucléaires à semiconducteurs à amplification interne. *Revue de Physique Appliquée*, 1969, 4 (2), pp.284-285. 10.1051/rphysap:0196900402028401 . jpa-00243262

HAL Id: jpa-00243262

<https://hal.science/jpa-00243262>

Submitted on 1 Jan 1969

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DÉTECTEURS DE RAYONNEMENTS NUCLÉAIRES A SEMICONDUCTEURS A AMPLIFICATION INTERNE

F. ROUBERT, P. SIFFERT et A. COCHE,

Centre de Recherches Nucléaires, Strasbourg-Cronenbourg.

Résumé. — On décrit les caractéristiques de jonctions P-N à amplification interne obtenues par diffusion de gallium dans du silicium N de résistivité 40 à 50 $\Omega \cdot \text{cm}$. Des coefficients d'amplification dépassant 1000 ont pu être obtenus à l'aide de ces dispositifs.

Abstract. — By geometrical control of the surface field, internal amplification P-N junctions have been constructed. Their characteristics are analyzed. Multiplication factors exceeding 1000 have been observed.

Les phénomènes d'avalanche dans les jonctions P-N, mis en évidence dès 1953 par McKay [1], n'ont été appliqués que récemment (par Huth [2]) à la détection de particules et de rayonnements nucléaires. Rappelons d'abord brièvement le principe de la multiplication par avalanche. Dans les détecteurs à amplification, le champ électrique interne (supérieur à 200 000 V/cm) permet aux électrons et aux trous libérés par le rayonnement incident d'acquérir suffisamment d'énergie pour ioniser, par collisions, les atomes du réseau cristallin, créant ainsi des porteurs secondaires. Ceux-ci, accélérés à leur tour, ionisent d'autres atomes. Ce processus cumulatif, analogue à la décharge de Townsend utilisée dans les compteurs proportionnels à gaz, conduit finalement à une impulsion électrique de grande amplitude.

Les détecteurs préparés au laboratoire sont réalisés à partir de silicium de type N dans lequel on diffuse une impureté acceptrice (gallium) jusqu'à une profondeur d'environ 80 μ . Les jonctions ainsi formées

sont taillées en forme de biseau de manière à réduire les courants de fuite en surface lorsqu'elles sont polarisées à haute tension. Les courants inverses de ces détecteurs sont, à température ambiante et pour des polarisations supérieures à 1 000 V, de l'ordre de quelques dixièmes de microampère. Les tensions d'avalanche de ces diodes sont voisines de 1 500 à 1 800 V selon la résistivité du matériau de base (de 40 à 50 $\Omega \cdot \text{cm}$). La tension d'avalanche croît linéairement avec la température du matériau et le gradient correspondant est égal à 2 V/°.

En raison de la grande concentration d'accepteurs existant dans la région P, la zone de charge d'espace s'étend principalement du côté N. Dans le cas d'un détecteur de 40 $\Omega \cdot \text{cm}$ par exemple, l'épaisseur de la zone de charge d'espace atteint 140 μm à la tension d'avalanche. Le champ électrique maximal est alors égal à 215 000 V/cm.

La variation de l'amplitude des impulsions issues d'un détecteur à avalanche de 49 $\Omega \cdot \text{cm}$, irradié par

des photons infrarouges (émis par une diode électroluminescente à arséniure de gallium), en fonction de la tension appliquée, est représentée sur la figure 1. Dans la région de préavalanche (de 1 600 à 1 800 V),

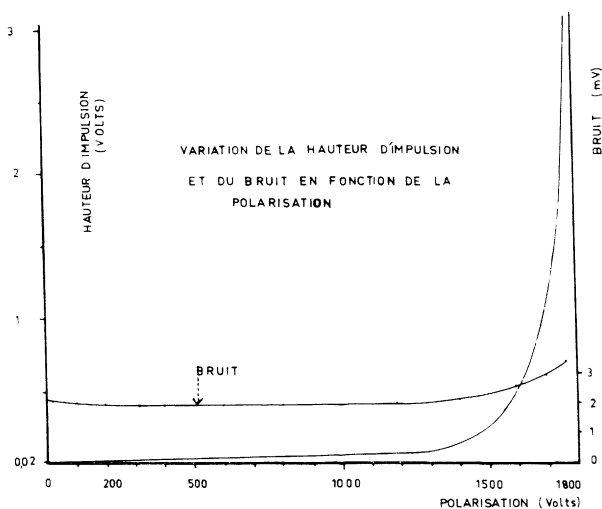


FIG. 1.

le facteur de multiplication atteint des valeurs très élevées, pouvant dépasser 1 000. Sur le même graphique est figuré le niveau de bruit efficace de l'ensemble diode-préamplificateur. On constate qu'il reste pratiquement constant lorsque la tension de polarisation croît, contrairement aux impulsions délivrées par le détecteur. Cette variation du rapport signal-bruit est exploitée pour la détection de signaux lumineux de faible intensité ou de rayons X mous, tels que ceux de ^{55}Fe (5,9 keV). Dans ce cas, l'impulsion électrique est, à faible tension, masquée par le bruit propre du détecteur; elle peut en être distinguée, au contraire, pour des polarisations voisines de celle d'avalanche.

Les facteurs de multiplication obtenus avec les particules α sont du même ordre de grandeur que ceux observés avec les photons. La résolution en énergie pour des particules α de 5,5 MeV est, à faible tension, égale à 5 %; celle-ci se dégrade et atteint 40 % au voisinage de la tension d'avalanche. Le temps de montée des impulsions de courant résultant de l'interaction des particules α du thorium C (8,78 MeV) est de 1 ns et leur amplitude égale à 28 V pour une polarisation de 1 790 V.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] MCKAY (K. G.) et MCAFEE (K. B.), *Phys. Rev.*, 1953, **91**, 1079.
- [2] HUTH (G. C.), BERGESON (H. E.) et TRICE (J. B.), *Rev. Sci. Instr.*, 1963, **34**, 1283.